

00P21887

112

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 195 05 533 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
G 01 M 17/00  
G 01 L 5/28

DE 195 05 533 A 1

⑯ Aktenzeichen: 195 05 533.0  
⑯ Anmeldetag: 18. 2. 95  
⑯ Offenlegungstag: 22. 8. 96

⑯ Anmelder:  
ITT Automotive Europe GmbH, 60488 Frankfurt, DE

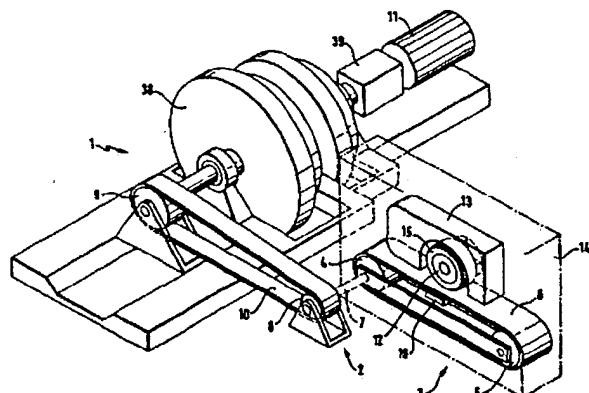
⑯ Erfinder:  
Tiemann, Rüdiger, Dr., 64291 Darmstadt, DE;  
Schmeling, Hans-Joachim, 64807 Dieburg, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	39 14 309 C1
DE	38 35 102 C2
DE	38 30 050 C1
DE	38 30 049 C1
DE	38 30 048 C1
DE	38 18 291 A1
DE	27 35 925 A1
US	48 62 737
EP	02 80 785 A2

⑯ Prüfeinheit mit verbesselter Simulationsgüte zur realitätsnahen Prüfung der Fahrdynamik von  
Kraftfahrzeugen

⑯ Die Erfindung betrifft einen dynamischen Fahrbahnprüf-  
stand mit dem die Laufeigenschaften eines Kfz-Rades (12)  
auf einer Fahrbahn überprüft werden können. Um in einfacher  
Weise auch Bremsversuche zur Abbremsung großer  
Trägheitsmassen, die schnell laufenden, schweren Kraftfahr-  
zeugen entsprechen, messen zu können, wird der Antrieb (2)  
eines Fahrbahn simulierenden Flachbandes (8) mit  
einem Schwungmassenprüfstand (1) für Bremsenprüfung  
gekoppelt. Weiterbildungen der Erfindung beschäftigen sich  
mit der Simulation von Wasserständen auf der Fahrbahn,  
extremen Umgebungstemperaturen und Lufteinströmungen.  
Der erfindungsgemäße Prüfstand ist insbesondere geeignet,  
wellenförmige Fahrbahnunebenheiten nachzubilden und die  
Laständerung der auf dem abzubremsenden Rad liegenden  
Last zu simulieren.



DE 195 05 533 A 1

## Beschreibung

Um die fahrdynamischen Eigenschaften eines Kraftfahrzeugs anhand unterschiedlicher Umweltbedingungen exakt einstellbar und wiederholbar prüfen zu können, sind Prüfstände vorgeschlagen worden, in denen das Verhalten eines Fahrzeugs, beispielsweise auch bei Langzeitversuchen, vergleichsweise einfach gemessen werden kann. Der Vorteile solcher Prüfstände besteht insbesondere darin, daß die Randbedingungen der Prüfung vergleichsweise einfach und exakt eingestellt werden können, so daß unterschiedliche Fahrzeuge unter den gleichen Bedingungen vergleichbar sich prüfen lassen.

Hierzu ist beispielsweise aus der EP-PS 280 785 ein Bremsenprüfstand bekannt, bei dem die über die Bremsbetätigung der Räder des untersuchten Fahrzeugs ausgeübte Bremskraft über die angetriebenen Prüfrollen des Prüfstands meßbar sind. Es sind weiterhin Prüfstände mit nichtangetriebenen Prüfrollen vorgeschlagen worden. Außer Prüfrollen sind, wie aus der oben genannten EP-PS 280 785 ersichtlich, auch über Rollen angetriebene Flachbänder verwendbar, auf denen die Fahrzeugräder stehen, wobei sie über unterhalb des Bandes befindliche Stützrollen abgestützt sind.

Es sind auch schon Prüfstände zur Überprüfung der Fahrdynamik eines einzelnen Rades vorgeschlagen worden, bei welchen ein einzelnes drehbar aufgehängtes Kraftfahrzeugrad mit einer der Last des Fahrzeugs entsprechenden Vorspannung auf das Fahrband aufgepreßt und durch das sich drehende Fahrband angetrieben wird. Die Messung geht dabei derart vor sich, daß die abzubremsende Massenträgheit des Fahrzeugs durch das angetriebene Fahrband simuliert wird, welches mit Hilfe der Bremsen des angetriebenen Fahrzeugs in seiner Geschwindigkeit verzögert wird. Während also im Normalzustand die Massenträgheit des sich gegenüber der festen Fahrbahn bewegenden Fahrzeugs mit Hilfe der Fahrzeugbremsen abgebremst wird, ist es bei dem vorgeschlagenen System so, daß die simulierte Fahrbahn sich mit der für das Fahrzeug vorgegebenen Geschwindigkeit bewegt, wobei die auf der Fahrbahn aufsitzenden Räder die Geschwindigkeit der Fahrbahn entgegen ihrer Massenträgheit abzubremsen bzw. stillzusetzen suchen. Das Kraftfahrzeugrad ist dabei im wesentlichen ortsfest und mit einer Kraft gegenüber dem Fahrband vorgespannt, welche der Auflagekraft des Fahrzeugs auf diesem Rad entspricht. Man erhält somit relativ einfach eine Aussage über das Bremsverhalten eines Fahrzeugs unter den verschiedenen Fahrbahnbedingungen, die auf dem Fahrband simuliert werden.

Bei der vorgeschlagenen Anlage bereitet es allerdings Schwierigkeiten, die Trägheitsmomente für große Fahrzeuge nachzubilden. Diese können beispielsweise 50 kg m<sup>2</sup> betragen. Eine derartige Massenträgheit ist mit einem einfachen Elektromotor zu vernünftigen Kosten nicht mehr darstellbar. Es ist daher bei Bremsenprüfständen bekannt, mit Hilfe eines verhältnismäßig kleinen Motors ein Schwungrad mit einem hinreichenden Trägheitsmoment, z. B. 200 kg m<sup>2</sup> anzutreiben und die Schwungmasse dann mit Hilfe einer Kfz-Bremse abzubremsen. Derartige Bremsenprüfstände sind im Handel vergleichsweise preiswert erhältlich.

Die Erfindung geht daher aus von einer Prüfeinheit der sich aus dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ergebenen Gattung. Aufgabe der Erfindung ist es, in einfacher Weise eine derartige Prüfung anzutreiben, wobei der Antrieb eine mit einem Kraftfahrzeug vergleichbare

Massenträgheit besitzen soll.

Die Erfindung wird durch die sich aus dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 ergebende Merkmalskombination gelöst. Die Erfindung besteht im Prinzip also darin, den Antrieb für eine Prüfeinheit zur Prüfung der Fahrdynamik eines Kraftfahrzeugs mit dem Antrieb eines Schwungmassenprüfstands für Kraftfahrzeuge zu koppeln. Damit erhält man für die Prüfeinheit einen vergleichsweise preiswerten Antrieb mit hinreichend großem Trägheitsmoment, durch welchen die fahrdynamischen Zustände auch von größeren Fahrzeugen simuliert und gemessen werden können. Mit Hilfe der erfundungsgemäßen Prüfeinheit ist es somit möglich, auch das Bremsverhalten größerer Fahrzeuge in einfacher Weise zu messen. Das Bremsverhalten von Kraftfahrzeugen, beispielsweise hinsichtlich Schlupf, Verzögerung, Bremsenerwärmung u.ä., gibt Aufschluß über wichtige fahrdynamische Größen des Fahrzeugs. So weit man ein Stahlband verwendet, entspricht der Reibwert dem einer vergleichsweise reibungsarmen Fahrbahn.

Will man also das Fahrverhalten (beispielsweise beim Bremsen) eines Fahrzeugs auf einer Fahrbahn mit höherem Reibwert nachbilden, so empfiehlt es sich in Weiterbildung der Erfindung gemäß nach Anspruch 2 ein Kunststoffband zu verwenden, welches einen entsprechenden Reibwert besitzt.

Vielfach sollen die dynamischen Fahrgrößen nicht nur bei ebener Fahrbahn, sondern auch bei gewellter Fahrbahnoberfläche gemessen werden. Dabei kann man von der Überlegung ausgehen, daß die gewellte Fahrbahn durch senkrecht zur Aufstandsfläche des Kraftfahrzeugrades wirkende Kräfte nachgebildet wird. Um zu erreichen, daß derartige Kräfte auch zu einer Auslenkung des Fahrbandes gegenüber dem aufstehenden Rad führen können, empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Anwendung der Merkmalskombination nach Anspruch 3.

Da das Fahrband durch die beiden Trommeln aufgespannt wird und diese Trommel somit unter erheblichem Kraftaufwand an dem Fahrband angreift, empfiehlt sich zur Vereinfachung des Antriebs der Prüfeinheit die Merkmalskombination nach Anspruch 3. Dabei wird die von dem Bremsenprüfstand abgeleitete Kraft zu einer geeigneten Trommel geleitet, wobei hier vorzugsweise die das Fahrband von dem zu prüfenden Rad wegziehende Trommel verwendet wird.

An sich ist es möglich, das Fahrband gleitend über den Stützkopflaufen zu lassen, um eine geeignete Aufstandsfläche für das Kfz-Rad auf dem Fahrband zu erhalten. Bei größeren, schweren Fahrzeugen entsprechenden Vorspannungen des Rades gegenüber dem Fahrband ergibt sich hier allerdings eine nicht unbedeutliche Reibung. Es empfiehlt sich in diesen Fällen die Verwendung der sich aus Anspruch 4 ergebenden Merkmalskombination. Weiterhin ist zu beachten, daß es vielfach auch erwünscht ist, die fahrdynamischen Eigenschaften eines Fahrzeugs unter der Voraussetzung zu prüfen, daß das Rad nicht in Längsrichtung des Fahrbandes ausgerichtet, sondern in einem Winkel zu diesem steht. Hierdurch läßt sich das Verhalten des Fahrzeugs, z. B. beim Bremsen in der Kurve oder bei Schrägstellung der Achse, prüfen. Darauf folgende Messungen bergen allerdings die Gefahr, daß durch das schrägstehende Rad das Fahrband seitlich von den Rollen gedrückt und damit auch von den Rollen geschoben wird. Um hier Abhilfe zu schaffen, empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 4. Durch die

Schrägstellung der Rollen wird eine Gegenkraft erzeugt, die der von dem schrägstehenden Rad auf das Fahrband ausgeübten Kraft entgegenwirkt und dieses auf der Trommel bzw. oberhalb des Stützkopfes hält. Dabei kann die Winkelstellung des Stützkopfes selbsttätig oder auch gesteuert erfolgen, was von der Lage des Auflagepunktes des Reifens auf dem Fahrband gegenüber dem Drehpunkt des Stützkopfes abhängt. Fallen diese beiden Punkte zusammen, so erfolgt die korrigierende Drehung des Stützkopfes selbsttätig. Im andern Fall muß der Stützkopf in seiner Winkelstellung so lang nachgestellt werden, bis das Band sicher ohne seitliche Verschiebung über die Trommeln läuft.

Um in einfacher Weise eine Drehlagerung des Stützkopfes zu erreichen, empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 5. Danach ist der Stützkopf in einem Kurbelkäfig um eine senkrecht zum Fahrband stehende Achse drehbar gelagert. Um die erheblichen, dem Gewicht des Fahrzeugs entsprechenden Kräfte des Rades durch den drehbaren Stützkopf auffangen zu können, ist ein Axial-Radial-Lager vorgesehen, welches sowohl die axialen Auflagekräfte als auch die radialem Kräfte des Stützkopfes gegenüber dem Käfig abzustützen in der Lage ist.

Um mit der Prüfeinheit eine gewellte Fahrbahn simulieren zu können, empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 6. Dabei entspricht der Beweglichkeit des Kurbelkäfigs und damit der Bewegung des Stützkopfes die Bewegungsrichtung des Käfigs der Dehnbarkeit des Flachbandes, entsprechend den Merkmalen nach Anspruch 2. Durch diese Merkmale ist somit dafür gesorgt, daß der Käfig über den Stützkopf das Band aus seiner Mittellage in beiden Richtungen auslenken kann. Die Auslenkung geschieht dabei in bevorzugter Weiterbildung der Erfindung durch einen Antrieb mit den Merkmalen nach Anspruch 7. Um diesen Antrieb in einer im wesentlichen sinusförmigen Schwingungsbewegung antreiben zu können, empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 8. Danach folgt der Käfig der Bewegung des Exzentrers in senkrecht zu dem Fahrband stehender Richtung, während er Exzenter senkrecht hierzu, also z. B. in Längsrichtung des Bandes gegenüber dem Käfig verschiebbar ist und somit die Kräfte in dieser Richtung nicht auf den Käfig übertragen werden können. In dieser Richtung verharrt somit der Käfig unabhängig von der Bewegung des Exzentrers in seiner Stellung.

Der wesentliche Vorteil des Flachbandes ist die ebene Aufstandsfläche zwischen Reifenlatsch und Fahrbahn. Hierdurch kann z. B. mit dem tatsächlichen Reifenfülldruck gefahren werden. Bei den Trommelprüfständen wird mit erhöhtem Reifeninnendruck von bis zu 4 bar gefahren.

Vielfach ist es bei fahrdynamischen Untersuchungen erwünscht, daß das Verhalten bei unterschiedlichlicher Welligkeit der Fahrbahn untersucht wird. Hierzu empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 9. Hierdurch ist es möglich, in den Käfig in mehr oder wenig exzentrischer Lage an den Antriebskopf anzukoppeln, wodurch sich bei Drehung des Antriebskopfes mehr oder weniger große schwingende Verschiebungsbewegungen des Käfigs und damit des Stützkopfes ergeben.

Vielfach ist es auch erwünscht, Fahrbahnunebenheiten, soweit sie nicht wellenförmig sind, bei der erfindungsgemäßen Prüfeinheit nachzubilden. Hierzu schlägt die Erfindung die Merkmalskombination nach

Anspruch 10 vor. Dabei werden vor dem Test geeignete Unebenheiten auf dem Fahrband befestigt, die den natürlichen Unebenheiten entsprechen, bei welchen das Fahrverhalten des Fahrzeugs geprüft werden soll. Hierzu können beispielsweise die Unebenheiten in Form von Schwellen, Katzenköpfen, Schottersteinen o. ä. besitzen. Es können vereinzelte Unebenheiten sein oder aber auch die gesamte Oberfläche des Fahrbandes mit derartigen Unebenheiten bestückt werden.

10 Zur Messung fahrdynamischer Größen kann es auch gehören, das Fahrverhalten des Fahrzeugs für den Fall zu überprüfen, daß eine Wasserschicht auf der Fahrbahn steht (Aquaplaning). Hierzu empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 11. Es wird also in Laufrichtung des Fahrbandes vor dem Rad eine Wasserschicht auf das Band aufgebracht, über die das Rad läuft. Vielfach soll dabei das Fahrverhalten bei Wasserschichten mit unterschiedlicher Höhe gemessen werden. Eine derartige 20 Messung läßt sich mit Hilfe der erfindungsgemäßen Prüfeinheit durchführen, wenn man die Merkmale nach Anspruch 11 anwendet.

Im Kern wird dabei eine vorgegebene Wassermenge auf das sich bewegende Fahrband aufgebracht. Aufgrund des sich ändernden Abstandes der Dichtleisten ergibt sich ein sich ändernder Raum für die Aufnahme der vorgegebenen Wassermenge, die zu einem sich ändernden Wasserstand führt. Um zu erreichen, daß die Dichtleisten einerseits ein seitliches Abfließen der Flüssigkeit verhindern und gleichzeitig gegenüber dem Fahrband eine vergleichsweise geringe Reibung bewirken, empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 13. Der Wasserstand auf dem Fahrband läßt sich mit Hilfe der Merkmalskombination nach Anspruch 14 ändern. Die im Handel erhältlichen Schwingmassenprüfstände besitzen vielfach eine Massenträgheit, die über die einem einzelnen Rad zugeordnete Massenträgheit eines Kraftfahrzeugs weit hinausgeht. In solchen Fällen empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 15. Eine einfache Maßnahme zur Übertragung der Antriebskräfte stellt dabei die Merkmalskombination nach Anspruch 16 dar, indem ein einfacher Treibriemen eine reibschlüssige Kraftverbindung zwischen dem Schwingmassenprüfstand und der Prüfeinheit bildet.

Vielfach ist es erwünscht, das Fahrverhalten eines Fahrzeugs unter extremen klimatischen Bedingungen zu testen. Dies kann beispielsweise wesentlich sein für das Verhalten von Dämpfungsgliedern, die als Dämpfungsmittel Flüssigkeit verwenden. Derartige Dämpfungsglieder werden in Verbindung mit Kfz-Rädern zur Dämpfung der Kfz-Schwingungen angewendet und dementsprechend auch in Form des zu messenden Kfz-Abschnitts (corner) eingesetzt.

Eine weitere Möglichkeit für die Messung des fahrdynamischen Verhaltens eines Kraftfahrzeugs unter den unterschiedlichsten Umweltbedingungen besteht in der Messung des Fahrverhaltens bei aus verschiedenen Richtungen kommendem Wind. Hierzu empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 18.

Vielfach ist es auch erwünscht, das Verhalten eines Kraftfahrzeugs bei unterschiedlicher Ladung des Fahrzeugs zu messen. Weiterhin ändert sich das auf dem Rad aufliegende Gewicht des Fahrzeugs während des Bremsvorgangs, indem beispielsweise die Last auf den Vorderrädern steigt, während die Hinterräder entlastet

werden. Um auch diese Zustände bei der Messung fahrdynamischer Eigenschaften berücksichtigen zu können, empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 19. Dabei kann zur Änderung der Radbelastung ein auf die Radachse einwirkender hydraulischer Zylinder Verwendung finden.

Eine wesentliche Meßgröße bei der Messung fahrdynamischer Größen stellt der Druck dar. In Weiterbildung der Erfindung empfiehlt sich daher zur Druckmessung die aus Anspruch 20 ersichtliche Merkmalskombination, wobei der Druckmesser entsprechend den Merkmalen nach Anspruch 21 zwischen Stützkopf und Käfig geschaltet sein kann.

Die erfundungsgemäße Prüfeinheit kann zur Messung nur eines einzigen Rades oder aber zur gleichzeitigen Messung an zwei Rädern (Vorderrad und Hinterrad) eingesetzt werden, wobei die beiden Räder hintereinander auf dem Fahrband angreifen. In Weiterbildung der Erfindung ist es aber auch möglich, mehrere Prüfeinheiten zu einer gemeinsamen Anlage zusammenzuschalten, so daß die vier Räder eines Kraftfahrzeugs auf vier Prüfeinheiten gleichzeitig gemessen werden, wobei beispielsweise ein komplettes Kraftfahrzeug mit seinen Rädern bei der Messung sich an den vier Prüfeinheiten abstützt.

Die einzelnen Prüfeinheiten können zur Messung unterschiedlicher Größen, wie beispielsweise Geräuschverhalten, Schwingungsverhalten, Seitenkräften bei schräg stehendem Rad u.ä. eingesetzt werden. Der wesentliche Kern der Erfindung zielt aber darauf ab, alle diese Größen während des Bremsvorgangs eines Fahrzeugs zu messen und so die Massenträgheit des Schwungmassenprüfstands bei der Messung auszunutzen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert.

Darin zeigt:

Fig. 1 in skizzierter Form ein Schwungmassenprüfstand, an dem eine Prüfeinheit mit Prüfling angeschlossen ist,

Fig. 2 und 3 die Notwendigkeit der Elastizität des Fahrbandes bei der Nachbildung der Fahrbahnwelligkeit,

Fig. 4 und 5 die Aufhängung des Kfz-Rades, welches auf einem drehbar gelagerten Stützkopf aufsteht,

Fig. 6, 7 die bei der Schrägstellung eines zu prüfenden Kfz-Rades auftretenden Seitenkräfte mit entsprechend schräg gestelltem Stützkopf,

Fig. 8, 9 einen Exzenterantrieb für den Stützkopfkäfig,

Fig. 10 bis 12 eine Bewässerungseinrichtung für die Prüfeinrichtung,

Fig. 13 bis 15 die Anwendung eines einzelnen oder mehrerer Prüfeinheiten zur Messung eines oder mehrerer Kfz-Abschnitte (Corner),

Fig. 16 die Befestigung von Unebenheiten auf der Prüfeinheit und

Fig. 17 die Verwendung eines Windkanals in Verbindung mit der Prüfeinheit.

In Fig. 1 ist die erfundungsgemäße Anlage skizziert. Dabei treibt ein Schwungmassenprüfstand 1 den Antrieb 2 einer Prüfeinrichtung 3 an. Der Schwungmassenprüfstand besteht im wesentlichen aus einem elektrischen Antriebsmotor 11, welcher über ein Getriebe 39 Schwungmassen 38 antreibt. Ein derartiger Schwungmassenbremsenprüfstand ist im Handel erhältlich. Die Schwungmassen sollen dabei die für die Prüfung der Bremsen notwendige Massenträgheit, die der Träger

eines schweren Kraftfahrzeugs entsprechen kann, zur Verfügung stellen, so daß Bremsversuche unter Verwendung eines relativ kleinen Elektromotors 11 durchgeführt werden können. Dabei kann die Drehzahl der Schwungmasse 38 mittels des Elektromotors allmählich hochgefahren werden und dann bei entsprechender Drehgeschwindigkeit mittels der zu prüfenden Kfz-Bremse abgebremst werden. Derartige Prüfstände dienen zum Überprüfen der Bremsleistung, der Geräuschentwicklung beim Bremsen, der Haltbarkeit von Bremsen und ähnlichem.

Die Prüfeinheit 3 besteht im wesentlichen aus zwei drehbar gelagerten Trommeln 4 und 5, um die ein endloses Flachband 6 läuft. Die Antriebstrommel 4 wird über eine gestrichelt angedeutete Antriebswelle 7 durch ein Antriebsrad 8 angetrieben, welches ein mit den Schwungmassen 38 gekoppeltes Abtriebsrad 9 über einen Treibriemen 10 antreibt. Auf dem umlaufenden Flachband sitzt, unter elastischer Vorspannung, ein Kfz-Rad 12 auf, welches in einem ortsfesten Träger 13 drehbar gelagert ist und durch das umlaufende Flachband 6 in eine Drehbewegung gegenüber einer in dem Träger 13 gelagerten Drehachse 18 (siehe Fig. 5) ausführt. Mit dem angetriebenen Kfz-Rad gekoppelt ist eine Bremsscheibe, über welcher Bremsversuche an dem Rad vorgenommen werden können. Die Prüfeinheit kann aber nicht nur zur Prüfung der Wirkung von Bremsen, sondern auch von anderen zu überwachenden Laufeigenschaften angewendet werden, wie beispielsweise Geräuschentwicklung, Laufwiderstand und ähnliches. Um die gewünschten Messungen auch temperaturabhängig durchführen zu können, dient eine Klimabox 14, welche die Prüfeinheit, einschließlich dem Prüfling und dem Träger 13 umschließt, so daß beispielsweise das Schwingungsverhalten der elastischen Radaufhängung, das Rutschverhalten des Reifens auf dem Flachband 6 oder ähnliches temperaturabhängig gemessen werden kann.

Als Flachband hat sich ein Kunststoffband, vorzugsweise aus Polyamid, bewährt, welches gegenüber dem Reifen 15 des Kfz-Rades 12 Reibverhältnisse schafft, wie sie bei einem über Asphalt fahrenden Gummireifen gegeben sind.

Mit der erfundungsgemäßen Prüfeinheit ist es nicht nur möglich, einfache Bremsprüfungen bei einem ruhig an dem sich drehenden Flachband 6 abrollenden Kfz-Rad 12 zu machen, sondern auch das Verhalten des gerade oder schräg zur Fahrbahn laufenden Rades gegenüber einer unebenen Fahrbahn in Abhängigkeit der jeweiligen Geschwindigkeit zu messen. Dabei kann die Messung im gebremsten oder ungebremsten Lauf erfolgen. Gleichzeitig kann auch der Reibwert des Flachbandes gegenüber dem Rad 12 geändert und damit eine Fahrbahn mit niedrigem Reibwert (Schnee, Glatteis oder Nässe) simuliert werden.

Damit das elastische Flachband 6 an der Aufstandsfläche des Reifens 12 nicht eingedrückt wird, liegt diese Fläche ein Stützkopf 16 gegenüber, welcher die Auslenkung des Flachbandes 6 senkrecht zu dessen Aufstandsfläche behindert. Um Reibung zwischen dem Stützkopf 16 und dem Flachband zu verhindern, ist der Stützkopf mit drehbar gelagerten Walzen 17 (siehe z. B. Fig. 2 und Fig. 6) versehen, die sich im wesentlichen quer zur Bandlaufrichtung erstrecken und in einer unterhalb des Flachbandes 6 befindlichen Ebene gelagert sind.

Mit Hilfe der Prüfeinheit ist es also möglich, ein auf einer Fahrbahn laufendes Kfz-Rad nachzubilden, wobei über den Schwungmassen-Bremsenprüfstand 1 auch die einem Kraftfahrzeug oder einem Teil von diesem zuge-

ordnete Massenträgheit in die Prüfeinheit eingespeist werden kann, so daß auch Bremsversuche bei einem auf einer Fahrbahn laufenden Rad vorgenommen werden können, bei welchem die dem zugehörigen Kraftfahrzeug entsprechende Masse abgebremst wird. Auf diese Weise ist es nicht nur möglich, das Bremsverhalten eines Kraftfahrzeugs realitätsnah zu messen, sondern es können auch die bei dem Bremsvorgang auftretenden Geräusche, Schwingungen und ähnliches festgestellt werden.

Vielfach ist es erwünscht, mittels des erfundungsgemäßen, dynamischen Prüfstandes Fahrbahnunebenheiten nachbilden zu können. Hierzu wird der Stützkopf 16 beweglich angeordnet und mit Hilfe eines Stützkopfantriebs (siehe Fig. 8 und 9) angetrieben. Die grundlegende Idee hierzu ist es, die gegenüber dem abrollenden Rad wellige Fahrbahnfläche durch eine entsprechende Vertikalbewegung des Stützkopfes unterhalb des Flachbandes 6 nachzubilden. Somit zeichnet der vertikal schwingende Stützkopf 16 die im wesentlichen gewellte Oberfläche der Fahrbahn an der Aufstandsfläche des Rades 12 nach, so daß das Lauf- und Bremsverhalten des Kraftfahrzeugs auch bei welliger Fahrbahn gemessen werden kann. Der Stützkopfantrieb kann beispielsweise durch einen hydraulischen Antrieb gebildet sein, welcher über das Flachband die zu messende Welligkeit der Fahrbahn nachbildet. Damit dies möglich ist, muß das Flachband 6, wie aus Fig. 2 und 3 ersichtlich, in seiner Längsrichtung elastisch dehnbar sein, damit es bei einer vertikalen Auslenkung des Stützkopfes 16 nicht reißt. Als sehr geeignet hierfür hat sich, wie schon erläutert, ein Kunststoff-Flachband, vorzugsweise aus Polyamid, bewährt.

Mit Hilfe des erfundungsgemäßen dynamischen Prüfstandes ist es möglich, ein komplettes Fahrzeug, aber auch zu messende Abschnitte des Kraftfahrzeugs (corner) zu überprüfen. In Fig. 4 ist ein sogen. Corner, der die Radaufhängung, z. B. des Vorderrades eines Kraftfahrzeugs betrifft, skizziert. Das Rad 5 ist drehbar auf einer Radachse 18 gelagert, die um die Karosserie 19 des Kraftfahrzeugs am Querlenker 20 schwenkbar aufgehängt ist. In vertikaler Richtung ist das Rad über das Federbein 21 abgestützt, welches aus einer Teleskopgabel 22 und einer Schraubfeder 23 besteht. Selbstverständlich kann die Radaufhängung auch in anderer Weise vorgenommen werden. Durch die Stärke der Feder 23 und den Federweg kann die Last eingestellt werden, mit welcher der Reifen 5 auf das Flachband 6 gepreßt wird. Es ist aber auch vorstellbar, die Last mit Hilfe eines hydraulischen Zylinders 22 einzustellen, welcher die Feder 23 entsprechend vorspannt. Aus Fig. 4 ist ersichtlich, daß der Stützkopf 16 mit Hilfe eines Drehansatzes 25 drehbar in einem Kurbelkäfig 24 gelagert ist, der der einfachen Verständlichkeit wegen vorerst als ortsfest betrachtet werden soll. Der Stützkopf 16 ist mit walzenförmigen Stützrollen 17 versehen, die im wesentlichen quer zur Laufrichtung des Bandes in dem Stützkopf gelagert sind und die Reibung des Bandes gegenüber dem Stützkopf verringern sollen.

Aufgrund der Drehbarkeit des Stützkopfes 16 über den Drehansatz 25 in dem Kurbelkäfig 24 kann auf das Flachband 6 eine quer zu dessen Laufrichtung gehende Kraft ausgeübt werden, die von der Größe des Schrägwinkels abhängt, mit welchem der Stützkopf 16 gegenüber dem Kurbelkäfig 24 verdreht ist.

Einzelheiten hierzu können Fig. 6 entnommen werden. Der Sinn mit dieser Maßnahme ist es, auch Messungen bei einem schräg zur Laufrichtung des Bandes 6

gestellten Kfz-Rad 12 ausführen zu können, ohne daß das Band 6 durch auf das Rad ausgeübte Querkräfte von den Trommeln 4, 5 geschoben wird und abspringt. Derartige Schrägstellungen eines Kfz-Rades 12 sind beispielsweise notwendig, um das Brems- und Laufverhalten dieses Rades bei Kurvenfahrt zu testen. In Fig. 6 ist die Schrägstellung des Rades um einen Winkel  $\alpha$  gegenüber der Laufrichtung v des Bandes gezeigt. Gleichzeitig ist der Stützkopf um einen entsprechenden Winkel  $\beta$  verdreht, der ausreicht, um der von dem Rad auf das Band 6 ausgeübten Querkraft entgegenzuwirken und das Band in seiner Spur zu halten. Wichtig dabei ist es, daß je nach Lage der Aufstandsfläche 26 gegenüber dem Drehpunkt 27 des Drehansatzes 25 das Band entweder selbsttätig in seiner Spur gehalten wird, was dann der Fall ist, wenn die Radachse 18 in Laufrichtung v des Bandes 6 vor dem Drehpunkt 27 des Drehansatzes 25 liegt. Einzelheiten hierzu sind in Fig. 6 in skizzierter Draufsicht und in Fig. 7 in einem Querschnitt hierzu in auseinandergezogener Darstellung gezeigt. Bei anderer Anordnung wird der Stützkopf durch eine geeignete Kraft im notwendigen Winkel zur Laufrichtung gehalten.

Weiter oben war schon erläutert worden, daß mit Hilfe der erfundungsgemäßen Prüfeinheit auch eine wellige Fahrbahn nachgebildet werden kann. Hierzu kann ein hydraulischer Antrieb dienen, welcher in vertikaler Richtung auf den Stützkopf 16 und damit auf das Flachband 6 einwirkt, wobei die Schwingungen des Stützkopfes den Verlauf der Fahrbahnoberfläche nachbilden. Eine vergleichsweise einfache Ausgestaltung des Stützkopfantriebs ist in den Fig. 8 und 9 dargestellt. In Abwandlung zu dem Vorhergesagten ist in dem vorliegenden Fall der Kurbelkäfig 24 gegenüber einer ortsfesten Verankerung in vertikaler Richtung verschiebbar aufgehängt. In Fig. 9 ist nur die Ansicht eines Käfigs 24 skizziert, welcher in Richtung des Pfeiles R vertikal auf- und abschwingt. In dem Kurbelkäfig 24 ist, wie weiter oben schon erläutert, der Stützkopf (drehbar) gelagert, so daß er mit dem Kurbelkäfig schwingt.

Die Schwingungsbewegung wird nun dadurch erreicht, daß ein Exzenter, welcher sich um eine Drehachse 30 dreht, an dem Kurbelkäfig 24 angreift. An sich würde hierdurch der Kurbelkäfig 24 eine exzentrische Bewegung durchführen. Dies ist aber dadurch verhindert, daß die Querbewegung des Kurbelkäfigs in Richtung des Doppelpfeiles Q durch die beschriebene Aufhängung verhindert ist. Statt dessen ist ein Transformationsstück 31, welches die Bewegung des Exzenter 30 auf den Kurbelkäfig 24 überträgt, in Querrichtung Q beweglich gegenüber dem Käfig 24 gelagert, während in vertikaler Richtung die Bewegung des Transformationsstücks 31 direkt auf den Käfig übertragen wird. Damit überträgt das Transformationsstück nur die Vertikalebewegung in Richtung R, während es in Querrichtung Q gegenüber dem Käfig ausweichen kann. Zur Verringerung der Reibung ist sowohl das Transformationsstück 31 gegenüber dem Käfig, als auch der Exzenter 30 gegenüber dem Transformationsstück 31 über Wälz- oder Rollenlager 32, 33 gelagert, die mit entsprechenden Walzen 34 versehen sind.

Der Exzenter 30 ist an die Antriebswelle 35 über eine Reibkupplung 36 ankoppelbar. Dabei läßt sich die Vertikalstellung L der Antriebswelle 35 gegenüber der Längsachse 37 des Exzenter 30 ändern, so daß die Exzentrizität a, also der Abstand zwischen der Antriebswelle 35 und der Längsachse 367, verstellbar ist. Somit ist es möglich, die Amplituden der Ausschläge des Kur-

belkäfigs 24 und damit des Stützkopfes 16 einzustellen, so daß sowohl Messungen mit stark welliger und mit schwach welliger Fahrbahn möglich sind. Die Dichte der Wellen hängt von der Umdrehungsgeschwindigkeit der Antriebswelle 25 und damit auch des Exzenter 30 ab. Selbstverständlich können hier auch entsprechende Übersetzungsglieder eingefügt sein, die der Einfachheit halber nicht dargestellt wurden. Der Exzenter greift, wie aus Fig. 8 nicht ersichtlich, vorzugsweise mit seinen beiden Enden symmetrisch an dem Kurbelkäfig 24 an.

In Weiterbildung der Erfindung ist es gemäß den Fig. 10 bis 12 möglich, auch das Fahr- und Bremsverhalten eines Rades 12 bei nasser Fahrbahn zu messen. Hierzu wird über einen Düsenstock 45 Wasser auf das Flachband 6 aufgespritzt, welches durch eine unter dem Flachband 6 aufgestellte Wanne 41 aufgefangen wird. Um das seitliche Ablaufen des Wassers von dem Flachband 6 zu verhindern, sind Dichtleisten 46, 47 vorgesehen, die mit bürstenförmigen Dichtungen 48, 49 an dem Flachband 6 angreifen. Hält man die über den Düsenstock 45 versprühte Wassermenge konstant, so richtet sich die Höhe des Wasserspiegels auf dem Flachband nach dem Abstand der beiden Dichtungen 48, 49. Um hier zu Versuchsbeginn, aber auch während des Versuchs, unterschiedliche oder sich ändernde Wasserstände simulieren zu können, sind zwei beispielsweise hydraulisch betätigbare Verschiebeeinrichtungen 50, 51 vorgesehen, welche die Dichtungen 48, 49 quer zur Laufrichtung des Fahrbandes 6 zu verschieben vermögen. Damit kann der Wasserstand in Höhe der Aufstandsfläche des Reifens 12 sehr schnell geändert werden, wodurch sich das Bremsverhalten eines Reifens, beispielsweise bei einer Fahrbahn mit sich änderndem Wasserstand, nachbilden läßt. Der Düsenstock 45 ist mit Düsenöffnungen 52 versehen, die in Fig. 11 skizziert angedeutet sind.

Fig. 13, 14 und 15 deuten an, daß man die Prüfeinheit 1 sowohl als Halbachsenprüfstand (Fig. 13), Einachsenprüfstand (Fig. 14) und Zweiachsenprüfstand (Fig. 15) verwenden kann, wobei die jeweiligen Prüfeinheiten gemeinsam über die Schwungmasse eines entsprechenden Bremsenprüfstands, wie eingangs beschrieben, angetrieben sein können.

Fig. 16 deutet noch die Möglichkeit an, einen Zweiachsenprüfstand entsprechend Fig. 15 nur mittels zweier Prüfeinheiten durchzuführen, die aber dann entsprechend abgewandelt, mit jeweils zwei Stützköpfen 16 versehen sein müssen. Die Erfindung erlaubt es auch, das Bremsverhalten eines Fahrzeugs bei einzelnen Hindernissen auf der Fahrbahn, wie beispielsweise Schwellen, Katzenaugen, Höcker u.ä. zu überprüfen. Hierzu müssen diese Hindernisse auf der den Rädern 12 zugewandten Oberfläche des Flachbandes 6 fest montiert sein, wie dies beispielsweise hinsichtlich der Schwellen 54 und der Katzenaugen 53 angedeutet ist. Durch das aufgrund des preiswerten fremden Antriebs vergleichsweise geringe Gewicht der Prüfeinheiten ist es auch möglich, diese, wie in Fig. 16 angedeutet, mit Hilfe einer Hydraulik 55 einseitig anzuheben, so daß auch hier Versuche beim Bremsen oder Anfahren am Berg oder hinsichtlich der Feststellbremse am Berg vorgenommen werden können.

Fig. 17 deutet weiterhin an, daß die genannten Versuche auch unter der Wirkung von aus unterschiedlichen Richtungen angeströmter Luft vorgenommen werden können, indem entsprechende Gebläse 56 in einen Windkanal auf Schienen 57 gesetzt und ein entsprechender Windstrahl auf den Prüfling (Kraftfahrzeug) wäh-

rend des Fahrtestes gerichtet werden kann. Die Steuerung der Stellung bzw. des Luftdurchsatzes der Gebläse 56 läßt sich beispielsweise mit Hilfe eines Programms steuern, welches die Fahrstrecke der Gebläse auf der Schiene zeitabhängig bei gleichzeitiger Regelung des Luftdurchsatzes einstellt. Selbstverständlich ist auch eine sich ändernde Einstellung dieser Parameter möglich. Hinsichtlich der Überprüfung des Bremsverhaltens kann es zweckmäßig sein, die Laständerung der auf dem Rad 12 während des Bremsvorgangs aufliegenden Last mit Hilfe des hydraulischen Zylinders 22 nachzubilden, so daß auch hier eine Verbesserung des Simulationsverhaltens erreicht wird.

#### Patentansprüche

1. Prüfeinheit (3) für eine Anlage zur Prüfung der Fahrdynamik von Kraftfahrzeugen, bei der zumindest ein mit Stützrollen (17) versehener Stützkopf (16) auf ein zwischen zwei Trommeln (4, 5) aufgespanntes und in Umlaufrichtung (v) angetriebenes endloses Flachband (6) einwirkt und so die Wirkung der Fahrbahnneigenschaften auf ein auf der Fahrbahn abrollendes Kfz-Rad (12) nachbildet, welches unter Vorspannung, dem Stützkopf (16) gegenüberliegend in Höhe des Stützkopfes auf dem Flachband (6) aufsitzt und von diesem antrieben wird, dadurch gekennzeichnet, daß der den Antrieb des Flachbandes (6) in Umlaufrichtung (v) dierender Bandantrieb (2) wiederum über die Schwungmasse (6) eines Bremsenprüfstandes (1) angetrieben ist.
2. Prüfeinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsmittel (2) des endlosen Flachbandes (6) durch eine der beiden Trommeln (4, 5), vorzugsweise die den durch den Stützkopf (16) beaufschlagten Bandabschnitt ziehende Trommel (4) gebildet ist.
3. Prüfeinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Flachband (6) in seiner Längsrichtung elastisch dehnbar und somit vertikal auslenkbar ist und insbesondere ein Kunststoffband, vorzugsweise ein Polyamidband, ist.
4. Prüfeinheit nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Stützkopf (16) mit im wesentlichen quer zur Längsrichtung (v) des Fahrbandes (6) gelagerten, drehbaren Stützrollen (17) versehen ist und vorzugsweise um eine senkrecht zur Aufstandsebene des Stützkopfs (16) auf das Flachband (6) stehende Achse (27) schwenkbar ist.
5. Prüfeinheit nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Stützkopf (16) auf einem Kurbelkäfig (24) drehbar gelagert ist, wobei der im wesentlichen tellerförmige Stützkopf (16) mittels eines Drehansatzes (25) in den Kurbelkäfig ragt und so die Drehlagerung für den Stützkopfschaft.
6. Prüfeinheit nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kurbelkäfig (24) in einer senkrecht zur Bandebene verlaufenden Schwingungsrichtung (R) beweglich gelagert ist.
7. Prüfeinheit nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Käfigantrieb (28) vorgesehen ist, welcher den Käfig senkrecht zur Ebene des Flachbandes (6) in Schwingungsrichtung (R) antreibt.
8. Prüfeinheit nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß durch den Käfigantrieb (28) der Käfig

in Schwingungsrichtung (R) in einer ortsfesten Aufhängung verschiebbar geführt ist und ein über einen Exzenter (30) angetriebenes Transformationsstück (31) in einer parallel zum Flachband (6) verlaufenden Ebene gegenüber dem Käfig (24) verschiebbar gelagert ist und den Käfig (24) in Schwingungsrichtung mitnimmt.

9. Prüfeinheit nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zentrisch laufende Antriebswelle (35) exzentrisch an den Exzenter und damit das Transformationsstück (31) ankoppelbar ist, wobei vorzugsweise die Ankopplung durch Reibschlüß geschieht.

10. Prüfeinheit nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Flachband (6) auf seiner dem Kfz-Rad (12) zugewandten Seite mit Unebenheiten (53, 54) versehen ist, durch welche Unebenheiten einer Fahrbahn nachgebildet werden (Fig. 16).

11. Prüfeinheit nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Bewässerungseinrichtung (41—52) vorgesehen ist, die das Flachband (6) auf der dem Kfz-Rad (12) zugewandten Seite mit einer in ihrer Höhe einstellbaren Wasserschicht versieht.

12. Prüfeinheit nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewässerungseinheit (41—52) einen Düsenstock (45) aufweist, der einen zu dem Kraftfahrzeug hinlaufenden Bereich des Flachbandes (6) mit einer vorgegebenen Flüssigkeitsmenge je Zeiteinheit besprührt und daß seitlich des Aufstandsbereiches des Kfz-Rades (12) auf dem Flachband (6) Dichtleisten (46—49) vorgesehen sind, die ein Ablauen der Flüssigkeit quer zur Bandlaufrichtung (v) im Aufstandsbereich des Kraftfahrzeugs behindern.

13. Prüfeinheit nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtleisten (46, 47) mit dem Flachband (6) zugewandten elastischen, vorzugsweise bürstenförmigen Dichtkanten (48, 49) versehen sind.

14. Prüfeinheit nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtleisten in Laufrichtung des Bandes (6) ortsfest, aber in der Bandebene quer zu dessen Laufrichtung (v) verschiebbar gelagert sind.

15. Prüfeinheit nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung zwischen dem Bremsprüfstand (1) und dem Bandantrieb (4) eine Drehzahlübersetzung aufweist, welche die Drehzahl des Schwungmassen-Prüfstands (1) gegenüber der Drehzahl der Antriebstrommel (4) heraufsetzt.

16. Prüfeinheit nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung durch ein mittels eines Treibriemens (10) arbeitendes Vorgelege gebildet ist.

17. Prüfeinheit nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie in einen Klimaraum (14) eingefügt ist.

18. Prüfeinheit nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß seitlich neben der Prüfeinheit ein im wesentlichen auf ein in Richtung auf das Kfz-Rad gerichtetes Gebläse (56) aufweist.

19. Prüfeinheit nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorspannung, mit der das Rad (12) auf dem Flachband (6) aufliegt, vorzugsweise stufenlos verstellbar ist.

20. Prüfeinheit nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Druckmesser vorgesehen ist, welcher den zwischen dem Kraftfahrzeugrad (12) und dem Flachband (6) herrschenden Druck, vorzugsweise indirekt, mißt.

21. Prüfeinheit nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckmesser zwischen dem Stützkopf (16) und dem Käfig (24) geschaltet ist.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

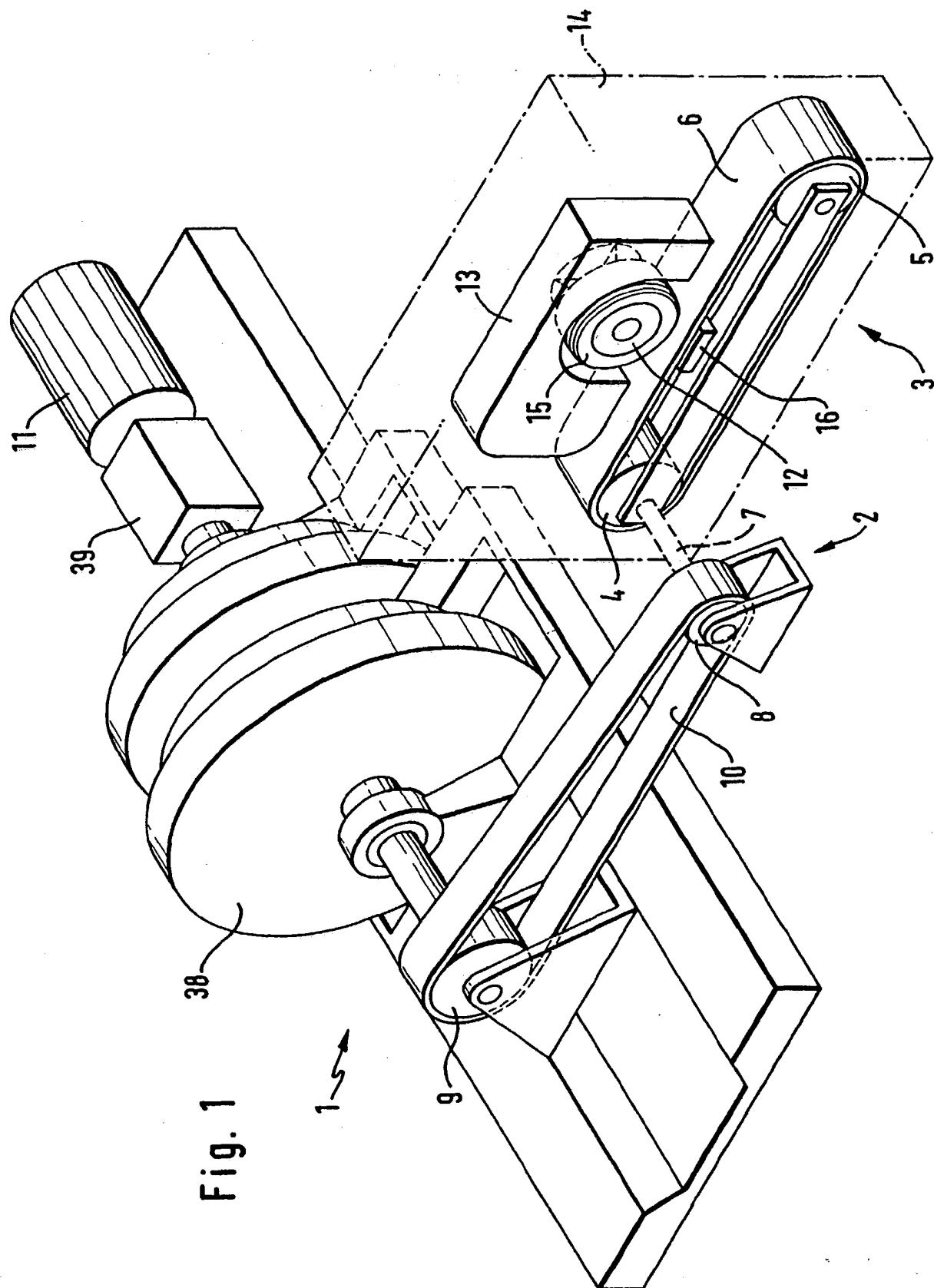


Fig. 2

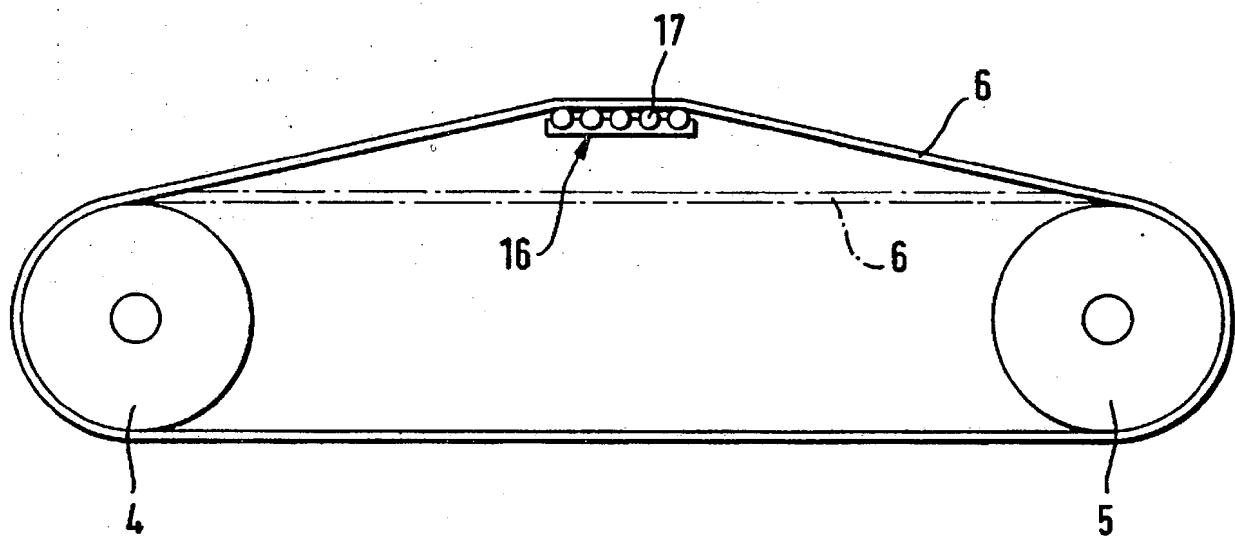


Fig. 3

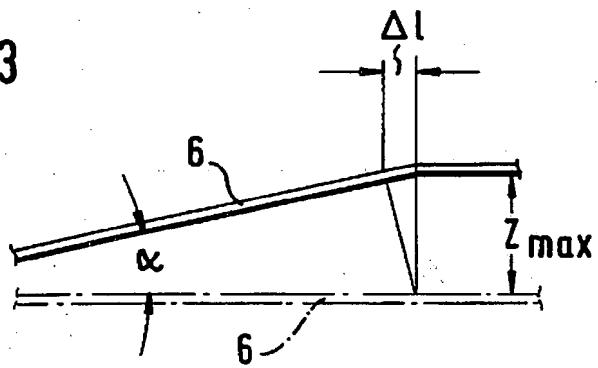


Fig. 5

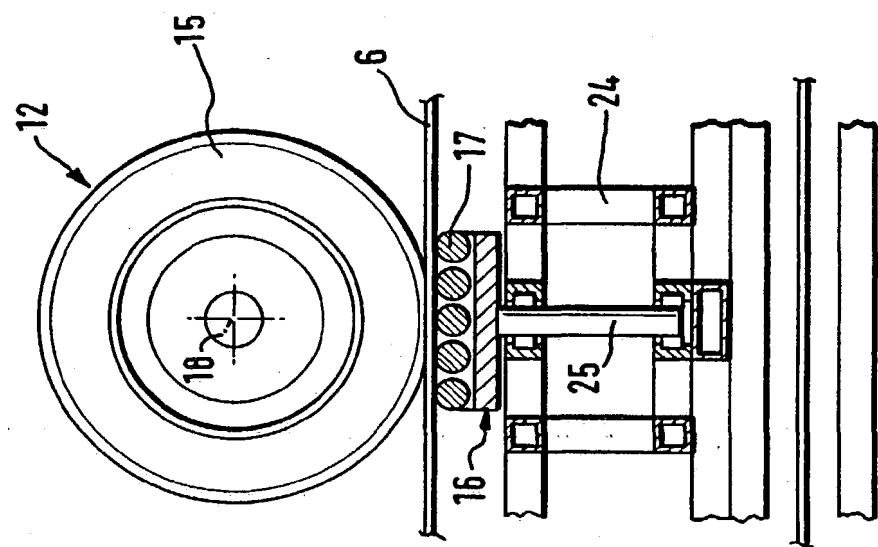


Fig. 4

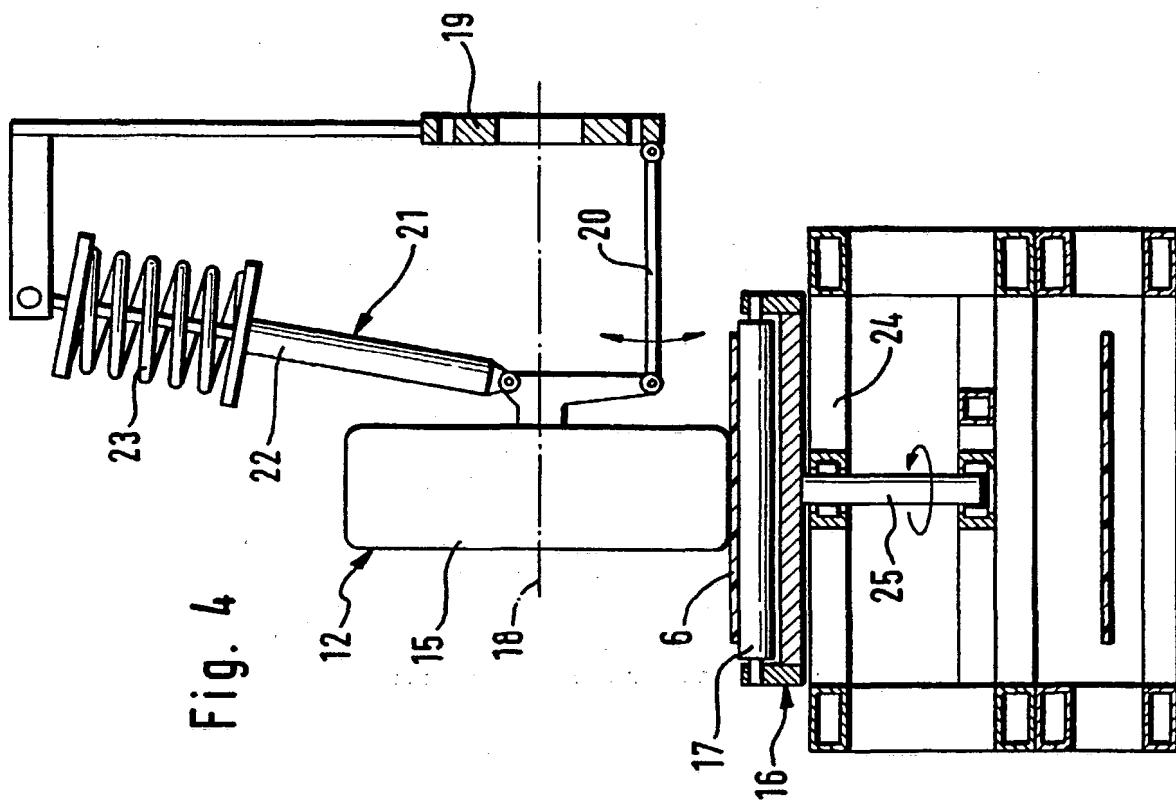


Fig. 6

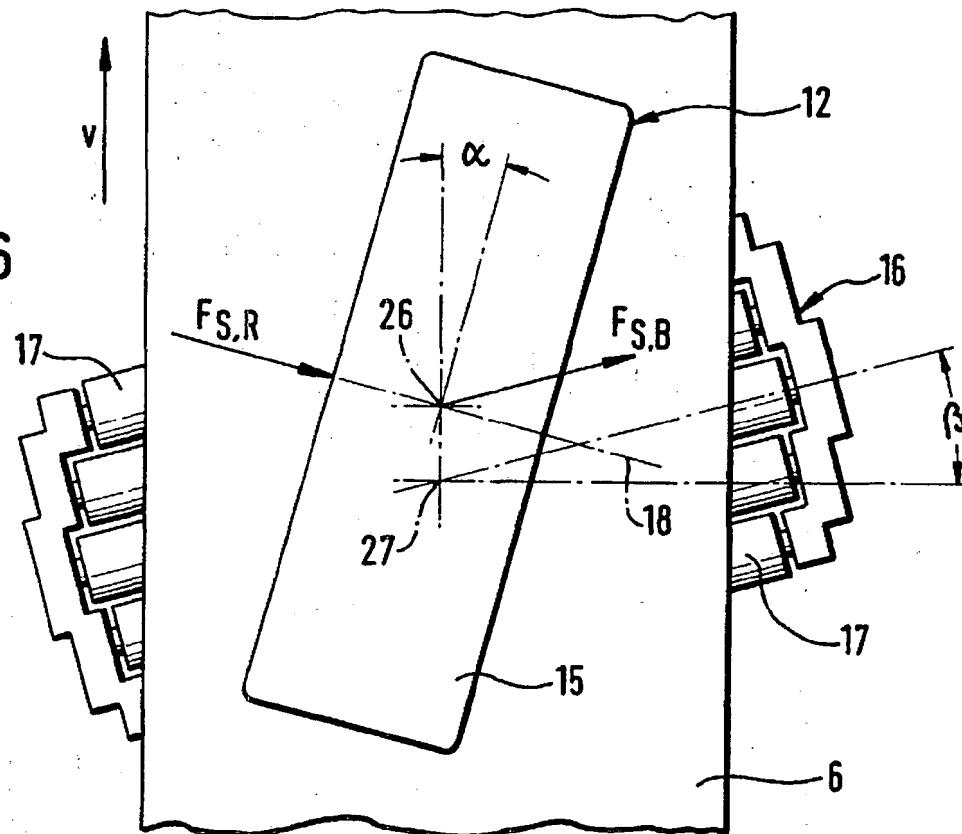
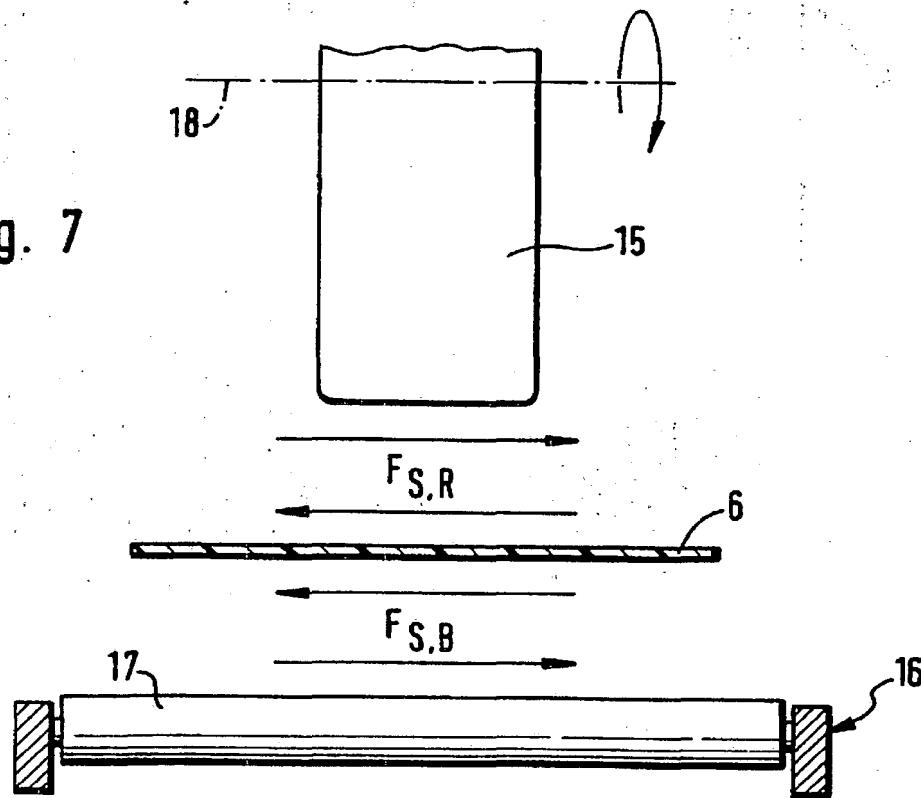


Fig. 7



8

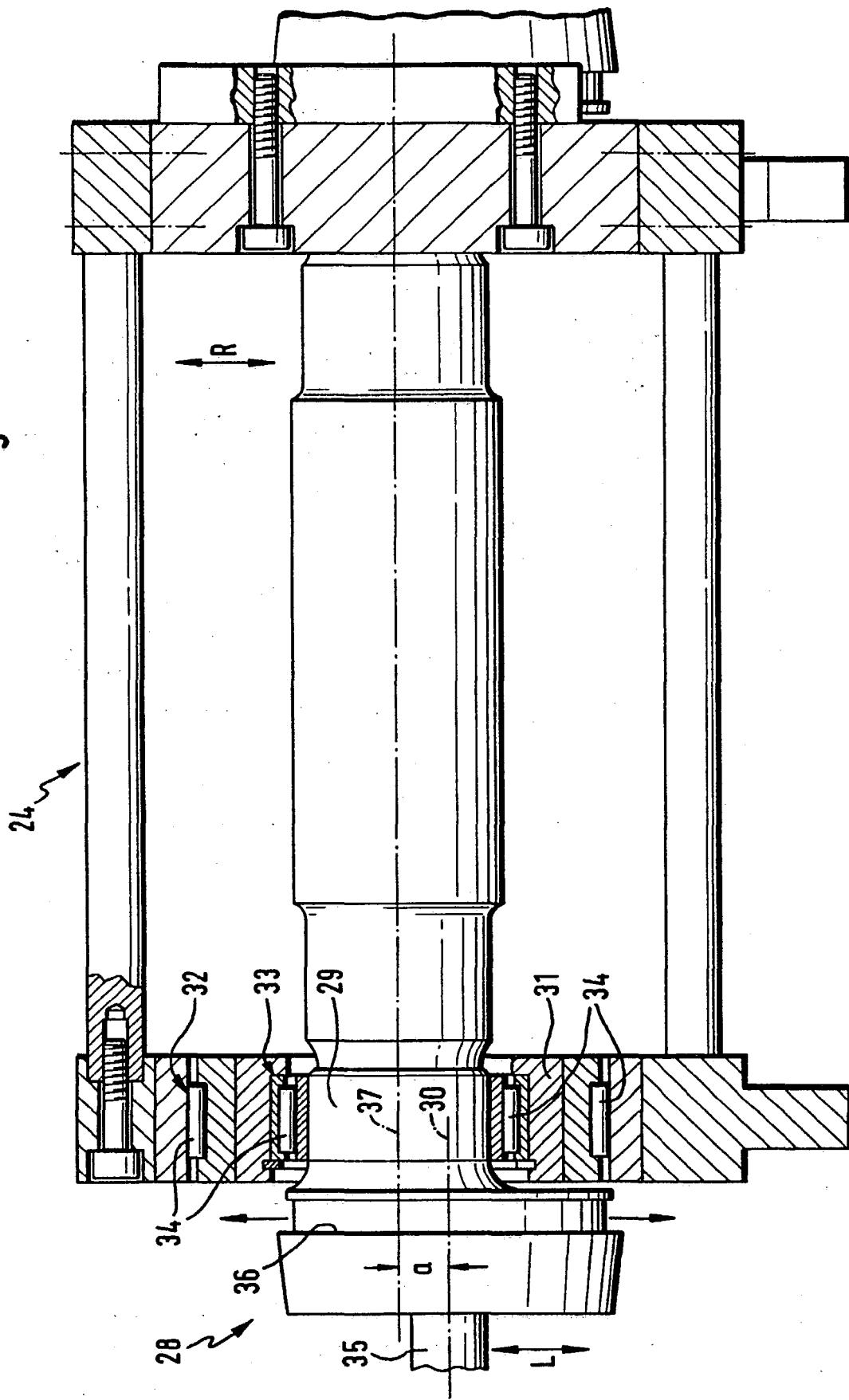
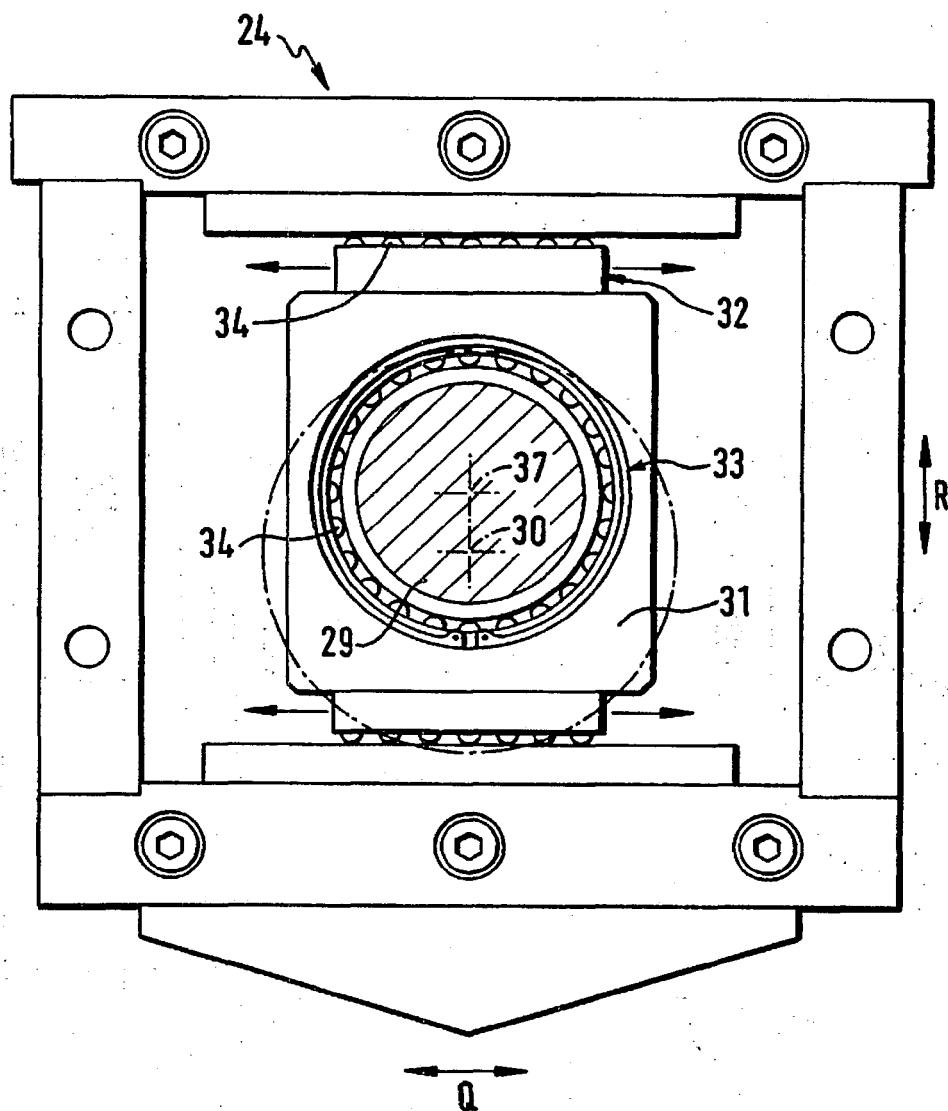


Fig. 9



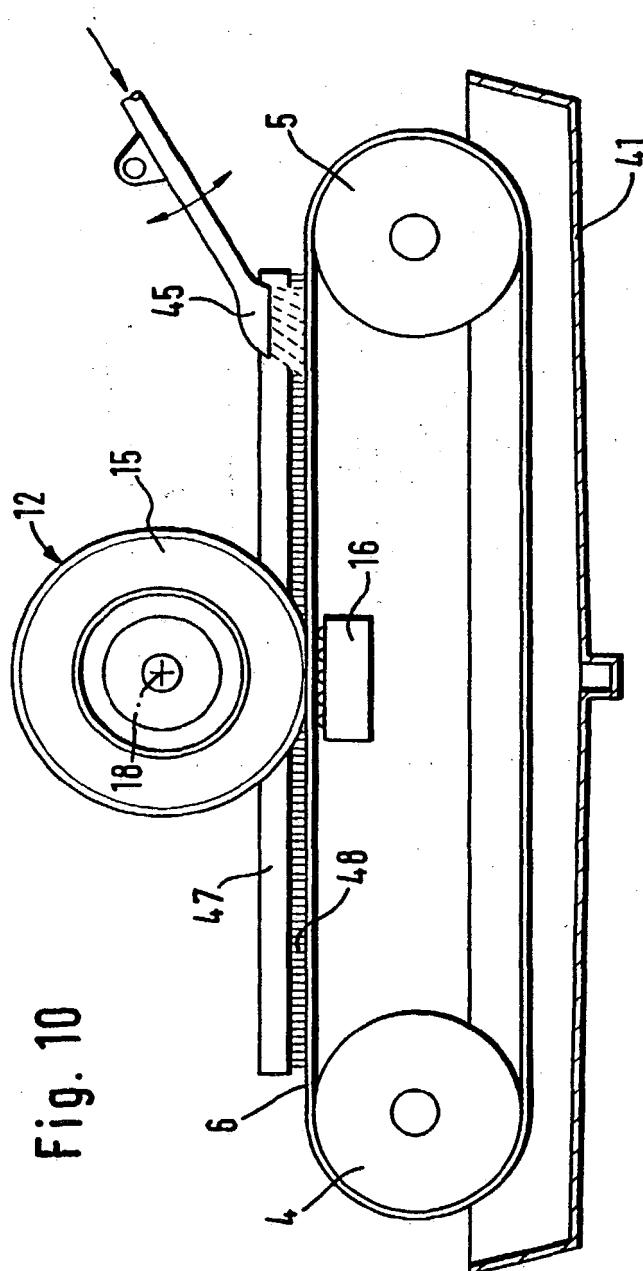
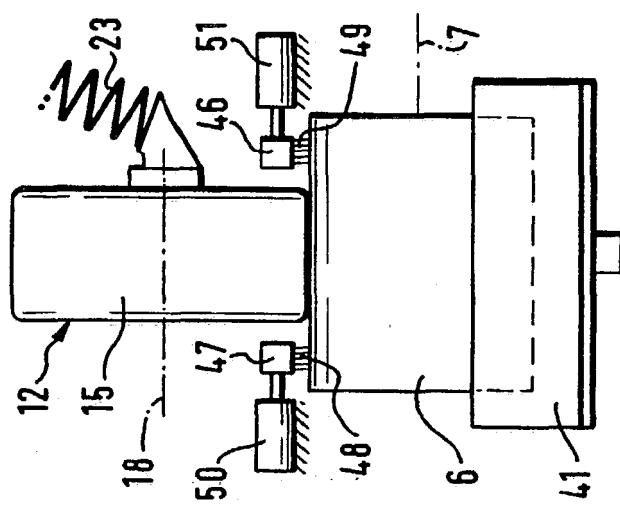


Fig. 10

Fig. 12

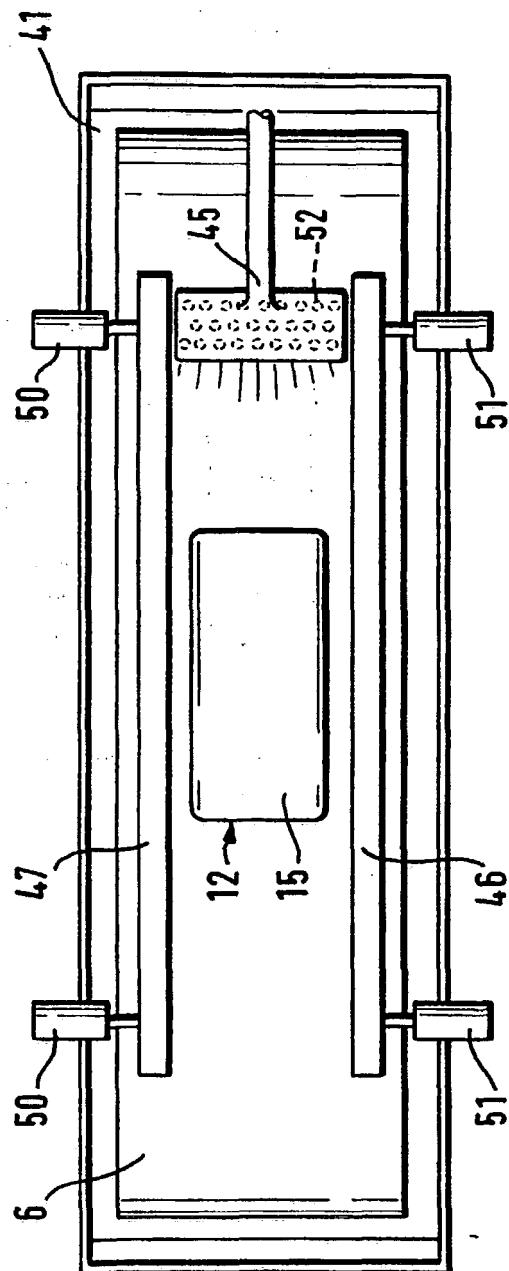


Fig. 11

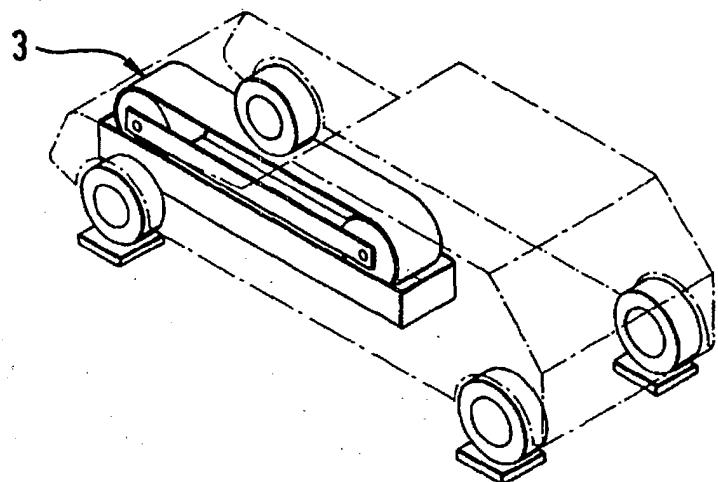


Fig. 13

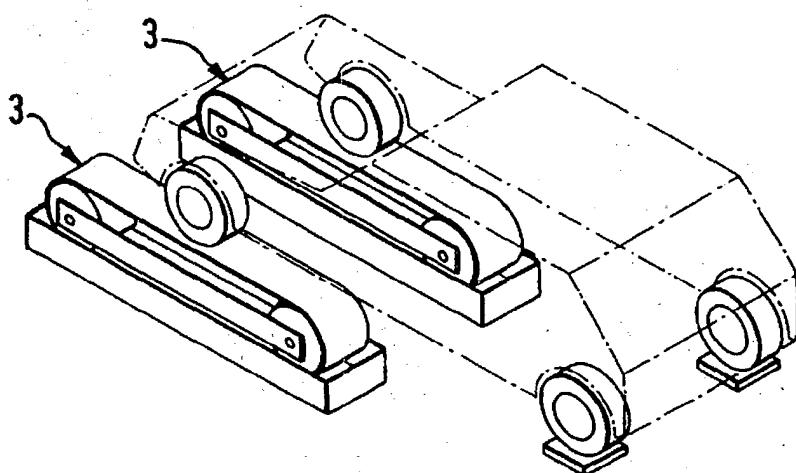


Fig. 14

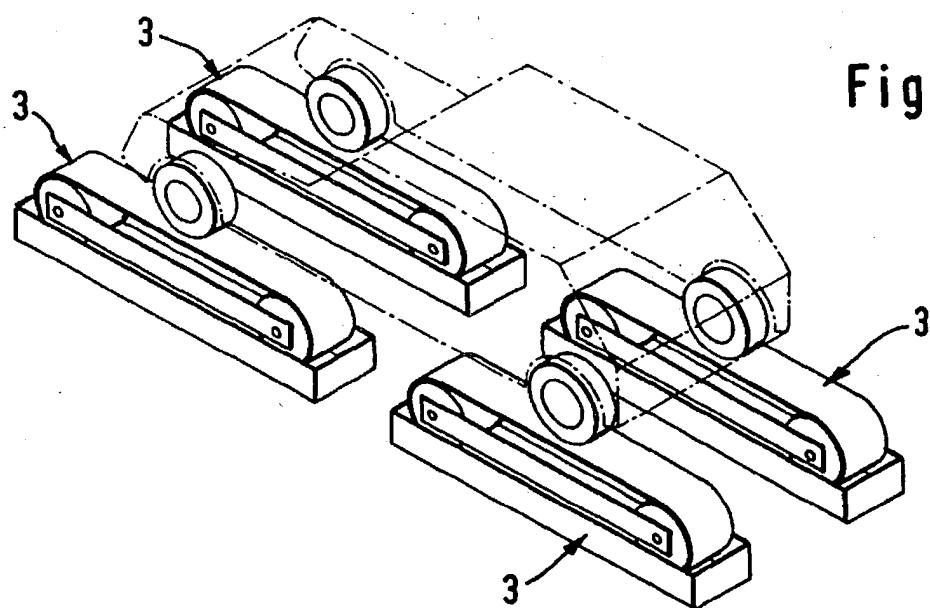


Fig. 15

Fig. 16

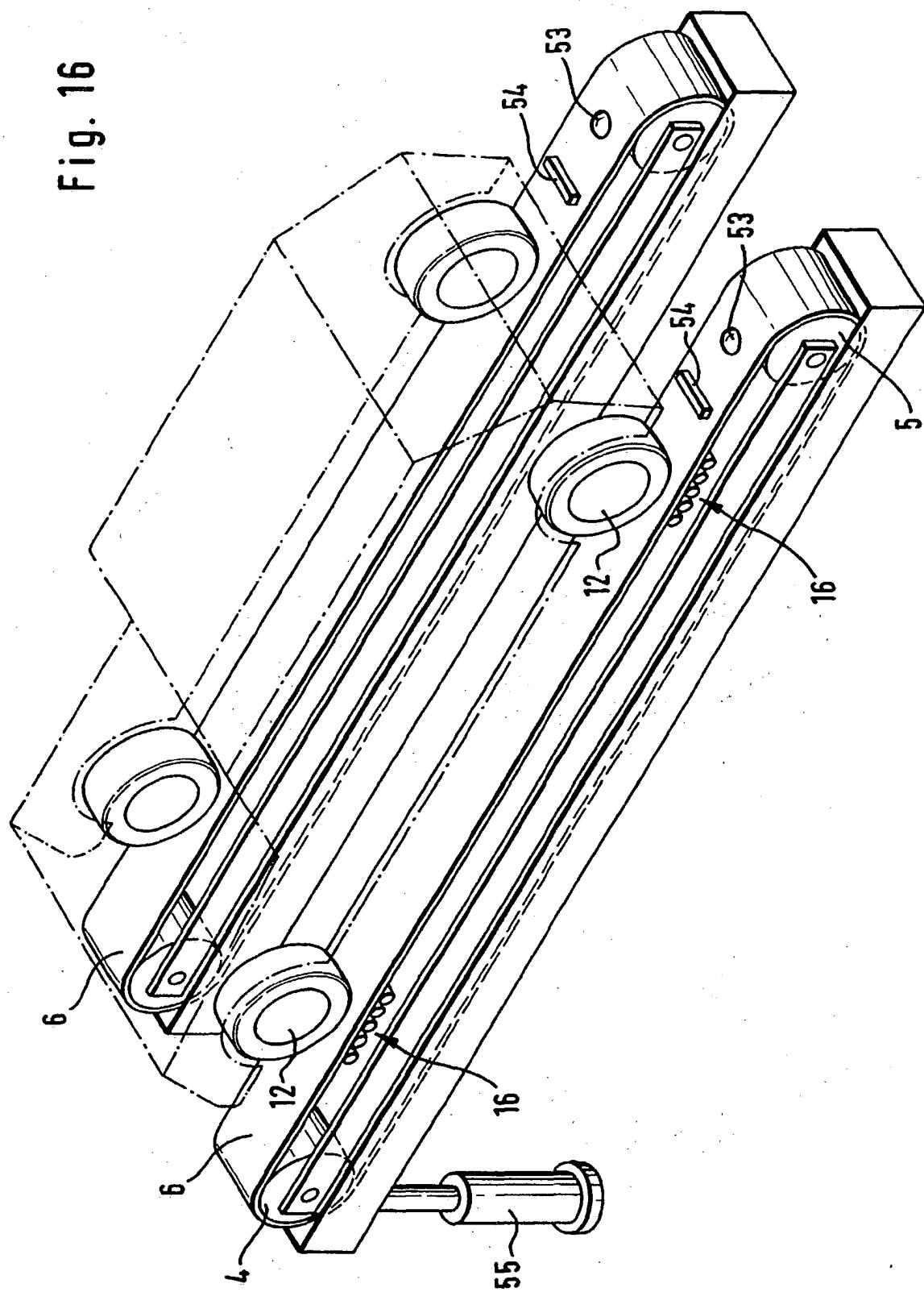


Fig. 17

